

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 05-011226

(43)Date of publication of application : 19.01.1993

(51)Int.Cl.

G02F 1/03
G02B 6/00

(21)Application number : 03-160669

(71)Applicant : NIPPON TELEGR & TELEPH CORP
<NTT>

(22)Date of filing : 01.07.1991

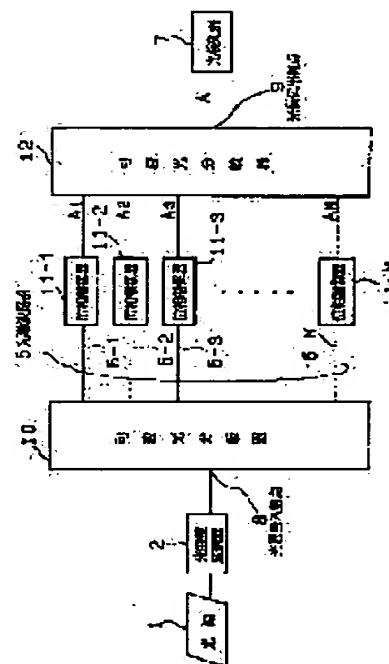
(72)Inventor : JINGUJI KANAME
KAWACHI MASAO
OKUNO MASAYUKI

(54) OPTICAL SIGNAL PROCESSOR

(57)Abstract:

PURPOSE: To realize the optical signal processor which has a high transmittivity characteristic even when the number of branch optical waveguides increases.

CONSTITUTION: The optical signal processor is provided with an optical branching device 10 which inputs a light signal and has a specific branching ratio, an optical coupling device 12 which has a specific coupling ratio, plural optical waveguides 5-1-5-M which connect respective output terminals of the device 10 and respective input terminals of the device 12, and phase controllers 11-1-11-M which are arranged in the respective optical waveguides 5-1-5-M and shift the phases of light phases of light propagated in the optical waveguides by specific quantities, and the light intensity branching ratio of the device 10 is equalized to the light intensity coupling ratio of the device 12.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 22.01.1998

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 3131926

[Date of registration] 24.11.2000

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Best Available Copy

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平5-11226

(43) 公開日 平成5年(1993)1月19日

(51) Int.Cl. ⁵	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 0 2 F 1/03	5 0 5	8106-2K		
G 0 2 B 6/00	3 0 6	9017-2K		

審査請求 未請求 請求項の数 3 (全 14 頁)

(21) 出願番号 特願平3-160669

(22) 出願日 平成3年(1991)7月1日

(71) 出願人 000004226

日本電信電話株式会社

東京都千代田区内幸町一丁目1番6号

(72) 発明者 神宮寺 要

東京都千代田区内幸町一丁目1番6号 日

本電信電話株式会社内

(72) 発明者 河内 正夫

東京都千代田区内幸町一丁目1番6号 日

本電信電話株式会社内

(72) 発明者 奥野 将之

東京都千代田区内幸町一丁目1番6号 日

本電信電話株式会社内

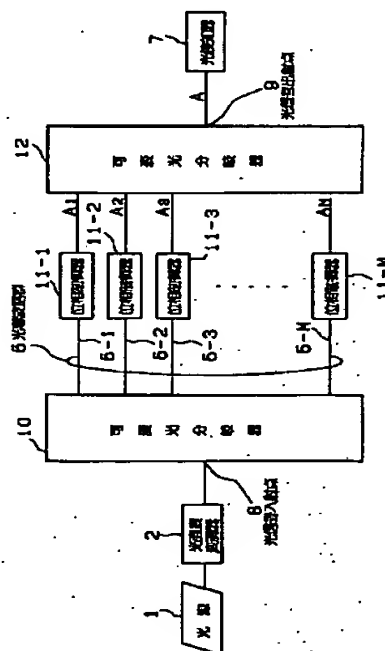
(74) 代理人 弁理士 吉田 精孝

(54) 【発明の名称】 光信号処理器

(57) 【要約】

【目的】 分岐光導波路の導波路本数が増大しても高透過率特性が得られる光信号処理器を実現する。

【構成】 光信号が入力される所定の分岐比を有する光分岐器10と、所定の結合比を有する光結合器12と、光分岐器10の各出力端と光結合器12の各入力端とを接続する複数の光導波路5-1～5-Mと、これら複数の光導波路5-1～5-Mの各々に配置され光導波路を伝搬する光の位相を所定量シフトさせる位相制御器11-1～11-Mとを設け、かつ、光分岐器10の光強度分岐比と光結合器12の光強度結合比とを一致させる。



1

【特許請求の範囲】

【請求項1】 光信号を所定の分岐比で分岐する光分岐器と、

光信号を所定の結合比で結合する光結合器と、

前記光分岐器の各出力端と前記光結合器の各入力端とを接続する複数の光導波路と、

これら複数の光導波路の各々に配置され光導波路を伝搬する光の位相を所定量シフトさせる位相制御器とを備え、

前記光分岐器の光強度分岐比と前記光結合器の光強度結合比とを一致させたことを特徴とする光信号処理器。

【請求項2】 前記光分岐器の光信号入射点より当該光分岐器、各光導波路を経て、さらに前記光結合器の光信号出射点に至る光路群において、各光路間の光路長差が隣同士等しく、全体として各光路間の光路長差が1:2:…:M-1 (Mは光導波路の本数)の比率の関係にある請求項1記載の光信号処理器。

【請求項3】 前記光分岐器および前記光結合器のうちのいずれか一方に、光信号の一部を放出するための光信号放出口を設けた請求項1または請求項2記載の光信号処理器。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、光導波路を用いた光信号のコヒーレントな信号処理器に関するものである。

【0002】

【従来の技術】図2は、光信号処理器の第1の従来例を示す構成図である (IEEE Transactions on Microwave Theory and Techniques MTT33巻、30号に掲載された“Optical fiber delay-line signal processing”参照)。

【0003】図2において、1は光源、2は光強度変調器、3は光信号を等パワーに分岐する光分岐器、4は光信号を等結合比で結合する光結合器、5は光分岐器3と光結合器4とを接続する複数本(M本)の光導波路5-1~5-Mからなる光導波路群、6(6-1~6-M)は光導波路群5の各光導波路5-1~5-Mに配置され光分岐器3により各光導波路5-1~5-M上に分岐された光信号の強度を制御するための光強度可変減衰器(以下、光減衰器という)、7は光結合器4の出射光を検知する光検知器、8は光分岐器3の光信号入射点、9は光結合器4の光信号出射点である。なお、この例では光導波路として光ファイバを用いており、また、この光信号処理器は、光減衰器の減衰率を変えることにより、各種の光信号処理を行うものである。

【0004】このような構成において、光源1より出射され光強度変調器2により光強度変調された光信号は、光分岐器3に入射され、ここで等しい分岐比で各光導波路5-1~5-Mに等強度に分岐される。各分岐された光信号は、光減衰器6により任意の光強度に減衰された

2

後、等しい結合比を有する光結合器4を通して結合され、光検知器7により電気信号の形で検出される。

【0005】しかしながら、ここで使用されている光源のコヒーレント長は、各光路の光路長より非常に小さいために、各光導波路上の光信号は位相情報が不確定であり、光結合器4による結合はインコヒーレントな結合であった。このため、図2の光信号処理器は位相情報を扱うことができず、信号処理の面で制約があった。例えば、周波数特性において高域通過特性を得られず、また、時間軸上で微分演算を行うことができなかった。

【0006】この問題点を改善するために、コヒーレントに光を結合する技術が提案された。図3は、光信号処理器の第2の従来例を示す構成図で、このコヒーレントに光を結合する技術を適用した構成を示している (Electronics Letters に提出された“Coherent optical transversal filter using silica-based single-mode wave guides”参照)。

【0007】第2の従来例が上記した第1の従来例と異なる点は、光源1としてコヒーレント長が各光導波路の光路長より長い光源を用いるとともに、等分岐比を有する光分岐器の代わりに入力光信号を任意分岐比に分岐するための光分岐器(以下、可変光分岐器という)10を配置し、かつ、光減衰器6の代わりに各光導波路5-1~5-M上に分岐された光信号の位相を制御するための位相制御器11-1~11-Mを配置して、光信号の位相情報を確定した形で扱うことができるようにしたことにある。なお、この例では、光導波路として光ファイバではなく平面光導波路回路を用いている。

【0008】この光信号処理器では、可変光分岐器10の分岐比により各光導波路5-1~5-M上に分岐された光信号の光強度を制御し、各光導波路5-1~5-M上に設けられた位相制御器11-1~11-Mにより分岐された光信号の位相情報を制御することにより位相情報が確定された形で光結合器4により一つの光信号としてまとめられる。

【0009】従って、この光信号処理器では、位相情報を含んだ光信号の処理が可能である。このため、第2の従来例においては、第1の従来例では実現できなかった微分演算器、高域通過特性を有する光周波数フィルタが実現可能となった。

【0010】

【発明が解決しようとする課題】光信号処理の分野では、光信号を表現するために複素振幅と呼ばれる複素数の物理量が使用される。複素振幅はその絶対値により振幅を、その位相角により位相情報を表現している。

【0011】一般に、光信号処理において、エネルギー保存則のために、複素振幅に関する単純な加算器というものはない。つまり、M本の光導波路上の光信号を一本の光導波路に結合する際、結合された光信号の複素振幅は各光導波路上の光信号の複素振幅の単純加算には

ならない。

【0012】上記第2の従来例においては、光結合器として等結合比を有する光結合器4を用いていた。この等結合比を有する光結合器4では、分岐されたM本の各光導波路上での光信号の複素振幅の $(1/M)^{1/2}$ ずつを取り出し、1つの光信号としてまとめられ、残りの光信号は外部に放出される。

【0013】このため、等結合比を有する光結合器4では、分岐光導波路の導波路本数Mが大きくなるにつれて、各光導波路上の光信号の内の僅かしか結合できず、大部分の光信号は外部に放出されてしまうという欠点があった。すなわち、従来の光信号処理器では、等分岐比の光結合器を用いているために、高透過率特性が得られないという問題があった。

【0014】本発明は、かかる事情に鑑みてなされたものであり、その目的は、分岐光導波路の導波路本数が増大しても高透過率特性が得られる光信号処理器を提供することにある。

【0015】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために、請求項1では、光信号を所定の分岐比で分岐する光分岐器と、光信号を所定の結合比で結合する光結合器と、前記光分岐器の各出力端と前記光結合器の各入力端とを接続する複数の光導波路と、これら複数の光導波路の各々に配置され光導波路を伝搬する光の位相を所定量シフトさせる位相制御器とを備え、前記光分岐器の光強度分岐比と前記光結合器の光強度結合比とを一致させた。

【0016】また、請求項2では、前記光分岐器の光信号入射点より当該光分岐器、各光導波路を経て、さらに前記光結合器の光信号出射点に至る光路群において、各光路間の光路長差が隣同士等しく、全体として各光路間の光路長差が $1:2:\dots:M-1$ (Mは光導波路の本数)の比率の関係にあるように設定した。

【0017】また、請求項3では、前記光分岐器および前記光結合器のうちいずれか一方に、光信号の一部を放出するための光信号放出口を設けた。

【0018】

【作用】請求項1によれば、光信号は、光分岐器に入射され、複数の光導波路に分岐される。各分岐された光信号は、光分岐器の分岐比により光強度が制御されており、さらに、各光導波路上に設けられた位相制御器により所定量の位相シフト作用を受けた後、所定の結合比を有する光結合器に入射される。光結合器では、複数の光信号が一つにまとめられ出力される。

【0019】また、請求項2によれば、所望関数が周期関数である場合、より所望関数に良く近似した光振幅透過特性が得られる。

【0020】また、請求項3によれば、光信号放出口より光信号の一部が放出され、これにより、ある所望関数

形に関して、所望関数に良く近似した光振幅透過特性が得られる。

【0021】

【実施例1】図1は、本発明に係る光信号処理器の第1の実施例を示す構成図であって、従来例を示す図3と同一構成部分は同一符号をもって表す。

【0022】すなわち、1はコヒーレント長の長い光源、2は光源1の射出光に対して強度変調を行う光強度変調器、5はM本の光導波路5-1~5-Mからなる光導波路群、7は光検知器、8は光信号入射点、9は光信号出射点、10は1個の入力ポート(光信号入射点8)から入射した光信号を任意の分岐比をもって分岐し複数の(M個)の出力ポートに出射する可変光分岐器、11-1~11-Mは光導波路を伝搬する光信号に対して1波長程度の位相シフトを行う位相制御器、12は複数の(M個)の入力ポートから入射した光信号を任意の結合比をもって結合し1個の出力ポート(光信号出射点9)に出射する可変光結合器である。

【0023】この光信号処理器では、可変光分岐器10の分岐比並びに可変光結合器12の結合比は任意に変更可能なものであり、かつ、光分岐器10の光強度分岐比と光結合器12の光強度結合比とが等しくなるように設定されている。具体的には、光信号入射点8より入射され可変光分岐器10により複数の光導波路5-1~5-Mに分岐された光信号の光強度と、光信号出射点9より逆に入射し可変光結合器12を逆に通過して各光導波路5-1~5-Mに分岐されるときに光強度が一致するように、可変光分岐器10の光強度分岐比と可変光結合器12の光強度結合比とが設定されている。

【0024】次に、上記構成による動作並びにその原理について説明する。

【0025】光源1より出射され光強度変調器2により光強度変調された光信号は、可変光分岐器10に入射され、M本の光導波路5-1~5-Mに分岐される。各分岐された光信号は、可変光分岐器10の分岐比により光強度が制御されており、さらに、各光導波路5-1~5-M上に設けられた位相制御器11-1~11-Mにより所定量の位相シフト作用を受けた後、任意の結合比を有する可変光結合器12に入射される。可変光結合器12では、複数の光信号が一つにまとめられる。そして、まとめられた光信号は光検知器7により電気信号の形で検出される。

【0026】ここで、光源1としては、第2の従来例と同様に、コヒーレント長の長い光源を用いている。また、可変光分岐器10は、上記したように分岐比を自由に変更可能であり、分岐比を変えることにより、各光導波路5-1~5-M上に分岐された光信号の光強度の比率を制御している。

【0027】各光導波路5-1~5-M上の光信号の光強度を P_1, P_2, \dots, P_M とし、可変光結合器12の

5

6

直前の各光信号の複素振幅を A_1, A_2, \dots, A_M とする *【0028】

と、各複素振幅は次式のように表される。 *

$$A_1 = (P_1)^{1/2} \exp(-j\theta_1) \exp(-j\beta\Delta L_1)$$

$$A_2 = (P_2)^{1/2} \exp(-j\theta_2) \exp(-j\beta\Delta L_2)$$

:

$$A_M = (P_M)^{1/2} \exp(-j\theta_M) \exp(-j\beta\Delta L_M)$$

ここで、光信号の位相は、各導波路間の光路長差 ΔL_k で決まる $\exp(-j\beta\Delta L_k)$ の項と、位相制御器11による位相シフト量 θ_k で決まる $\exp(-j\theta_k)$ の項の積の形で表わされる。前者は数万波長程度の大きさであり、後者は1波長程度の大きさである。各光信号の振幅 $P_1^{1/2}, P_2^{1/2}, \dots, P_M^{1/2}$ は、光分岐器の分岐比を変更することにより任意に制御可能である。

【0029】また、各光信号の位相は、大きくは各光路間の光路長差により、1波長程度の微調は各光導波路5※

※-1~5-M上に設けられた位相制御器11-1~11-Mにより制御可能である。

【0030】次に、可変光結合器12の光強度結合比を P_1', P_2', \dots, P_M' とすると、可変光結合器12により、各光導波路5-1~5-M上を伝搬してきた各光信号の複素振幅のうち、 $(P_1')^{1/2}, (P_2')^{1/2}, \dots, (P_M')^{1/2}$ ずつが取り出され、1つの信号にまとめられる。すなわち、まとめられた光信号の複素振幅は、

$$A = \sum_{k=1}^M (P_k \cdot P_k')^{1/2} \exp(-j\theta_k) \exp(-j\beta\Delta L_k)$$

となる。

【0031】この式から分かるように、結合された光信号の複素振幅は、光導波路の本数Mを増やしたとしても零に近づく傾向にはなく、高透過率特性を得ることができる。

【0032】これに対して、図3に示す第2の従来例で★

★は本実施例と異なり、光結合器として任意の結合比を有する光結合器ではなく等分岐比を有する光結合器を用いていた。これは、光強度結合比が $P_k' = 1/M$ ($k=1, \dots, M$)と一定値であることに相当し、結合された光信号の複素振幅は

$$A = \sum_{k=1}^M (P_k / M)^{1/2} \exp(-j\theta_k) \exp(-j\beta\Delta L_k)$$

と表される。このとき、結合された光信号の複素振幅は、光導波路の本数Mを増やすにつれて、 $1/M$ の項のために、零に近づく傾向にある。従って、図3の光信号処理器は高度透過率特性を得ることができない。

【0033】以上説明したように、本実施例によれば、等結合比の光結合器ではなく、結合比が可変な可変光結合器12を用い、光分岐器の光強度分岐比だけでなく、光結合器の光強度結合比も併せて変化させ、かつ、光分岐器の光強度分岐比と光結合器の光強度結合比がそれぞれ独立ではなく、それらが等しい関係にあること、すなわち $P_k = P_k'$ ($k=1, \dots, M$)の関係にあるように構成したので、任意の複素振幅透過率を有する高透過率の光信号処理器を実現できる。

【0034】

☆【実施例2】図4は、本発明に係る光信号処理器の第2の実施例を示す構成図である。

【0035】本実施例が前記実施例1と異なる点は、可変光分岐器10の光信号入射点8より可変光分岐器10、各光導波路5-1~5-Mを経て、さらに可変光結合器12の光信号出射点9に至る光路群において、各光路間の光路長差が隣同士等しく、全体として各光路間の光路長差が1:2:…:M-1の比率の関係にあるように設定したことにある。

【0036】前述したように、光信号入射点8から光信号出射点9に至る各光路の光路長差が1:2:…:M-1の関係にある場合、可変光結合器12により結合された光信号の複素振幅は

$$A = \sum_{k=1}^M (P_k / P_k')^{1/2} \exp(-j\theta_k) \exp(-jk\beta\Delta L)$$

と表される。この式では、複素振幅透過率は各光路に対応する展開項の和の形で表現されている。ここで、展開係数を $(P_k \cdot P_k')^{1/2} \exp(-j\theta_k)$ とし、展開関数を $\exp(-jk\beta\Delta L)$ と考える。この展開関数は、周期的な直交関数系をなしていることがわかる。

【0037】一般に、周期的な所望関数がある周期的な関数系で展開した場合、それが直交関数系である場合、最も所望関数に対する近似度がよいことが知られている。このため、各光路間の光路長差が不規則な場合に比べ、各光路の光路長差が1:2:…:M-1の関係にある方が、所望関数が周期関数である場合、より所望関数

に良く近似した光振幅透過特性を得ることが可能となる。

【0038】従って、本実施例の光信号処理器では、複素振幅透過率特性の所望関数形に対する近似度を上げるために光導波路の本数を多く取ったときにも、第2の従来例に見られるような振幅透過特性が零に近付くという現象は見られず、得られる複素振幅特性が所望関数に近似可能である。このことは、本実施例の光信号処理器においては、高機能性と高透過率が矛盾なく同時に実現可能であることを意味している。

【0039】図5は、各光路間の光路長差が $1:2:\dots:M-1$ の関係にある、光周波数多重通信で用いられる矩形形状の周期的透過特性を有する光周波数フィルタの具体的な回路例を示している。この例では、S1基板上の石英系光導波路により本回路を実現しており、等間隔にブリッジを架けたいわゆる梯子形構造をしている。各ブリッジ（光導波路 $5-1\sim 5-M$ ）間は、 $\Delta L/2$ で等間隔に隔てられている。また、可変光分岐器10および可変光結合器12は、結合率を自由に設定可能な可変方向性結合器101と呼ばれる光部品により構成され

ている。
【0040】導波路長差 ΔL の値は、光周波数の周期 f_c より求められる。本例では光周波数の周期を10GHzとし、ブリッジ間の距離 $\Delta L/2$ を1.0372cmとした。また、ブリッジ数は17とした。さらに本例では、可変光分岐器10を構成する可変方向性結合器101の結合率 C_m と可変光結合器12を構成する可変方向性結合器101の結合率 C_m' を等しく、つまり、 $C_m = C_m'$ ($m=1, \dots, M-1$)に設定している。

【0041】図6は、所望関数の最大光強度値が0.5の場合の光フィルタの光強度透過特性を測定した例を示し、図中、横軸は相対周波数を、縦軸は透過率をそれぞれ表している。また、実線で示す曲線は本実施例に係る光周波数フィルタ（本発明品）の光強度透過率の測定値を、破線で示す曲線は参考のために描いた所望の光強度透過率の関数形を、一点鎖線で示す曲線は図3に示す第2の従来例で述べられた光信号処理器の構成で実施例と同一特性を持つように作製された光周波数フィルタの光強度透過率の測定結果をそれぞれ示している。

【0042】図6に示すように、従来例の光フィルタでは、光強度透過率が所望の光強度透過率とは大きく掛け離れて、透過率が0.07程度しかとれないことが分かる。これに対して、本実施例の光フィルタの光強度透過率は、所望関数とかなりよく近似している。

【0043】以上説明したように、本実施例によれば、各光路の光路長差が $1:2:\dots:M-1$ の関係にあるように構成したので、前記実施例1の効果に加えて、所望関数が周期関数である場合、所望関数に良く近似した光振幅透過特性を得ることに効果がある。

【0044】

【実施例3】図7は、本発明に係る光信号処理器の第3の実施例を示す構成図である。

【0045】本実施例が前記実施例2と異なる点は、光信号入射点8より入射され可変光分岐器10により各光導波路 $5-1\sim 5-M$ に分岐される光信号のうち、その一部を外部に放出するための光信号放出口（以下、放出口という）13を可変光分岐器10に設けるとともに、可変光結合器12にも光信号の一部を放出するための放出口14を設け、所望関数に良く近似した光振幅透過特性を得られるようにしたことにある。

【0046】図8は、放出口13、14を設け、所望関数の最大値を0.1として設計した光周波数フィルタの具体的な回路例を示している。本例では、実施例2の場合と同様に、可変光分岐器10を構成する可変方向性結合器101の結合率 C_m と可変光結合器12を構成する可変方向性結合器101の結合率 C_m' を等しく、つまり、 $C_m = C_m'$ ($m=1, \dots, M$)とされている。また、可変光分岐器10に設けられた放出口13の放出割合 C_M と可変光結合器12に設けられた放出口14の放出割合 C_M' を等しく置いている。ブリッジ数は、実施例2の場合と同じく17本とした。

【0047】図9は、作製した光フィルタの光強度透過率の測定結果を示している。図中、実線で示す曲線は本実施例に係る光周波数フィルタの光強度透過率を、破線で示す曲線は所望の光強度透過率の関数形を、一点鎖線で示す曲線は光信号放出口13、14を設けていない実施例2に係る光周波数フィルタの光強度透過率の測定結果をそれぞれ示している。

【0048】図9から分かるように、光信号放出口が無い場合、透過率の最大は0.43となり、所望関数とは大幅に異なる透過特性になる。これに対して、光信号放出口13、14を設けた本実施例の構成では、所望関数に良く近似した光振幅透過特性を得ることができる。

【0049】この結果で明らかなように、ある所望関数形においては、光強度透過率の所望関数形に対する近似度を向上させることに関し、光信号の一部を逃がす効果は極めて大きい。

【0050】特に、本実施例では、可変光分岐器10に設けられた放出口13の放出割合と可変光結合器12に設けられた放出口14の放出割合を等しく置いているが、放出割合を等しくおくことは、等しく置かない場合に比べて、複素振幅透過率の所望関数に対する関数近似度を上げることに効果がある。

【0051】また、本実施例では、可変光分岐器10および可変光結合器12は、可変方向性結合器101を用いて構成されているが、Y分岐等の別の分岐部品で置き換えることも可能である。また、光信号放出口を光分岐器、あるいは光結合器のどちらか一方に設けることも可能である。この場合、両方に放出口を設ける場合に比べ、特性は若干悪くなるが、部品数を減らせるという利

点がある。

【0052】さらに、本実施例では、光回路の構成が複数光導波路に対称な構成となっているが、このことは本発明においては重要なことではない。重要なことは、本光信号が光信号入射点8から可変光分岐器10を経て光導波路5-1～5-Mに分岐される際の光信号分岐比と、光信号出射点9から逆に光信号を入射させ可変光結合器12を経て光導波路5-1～5-Mへ分岐される光信号分岐比が、等しい関係にあることである。つまり、光信号分岐比に関する対称性が重要である。

【0053】

【発明の効果】以上説明したように、請求項1によれば、従来では実現できなかった任意の複素振幅透過率を有する高透過率の光信号処理器を実現可能にした。特に、本発明の光信号処理器では、その複素振幅透過率の所望関数に対する近似度を上げるために光導波路の本数を増やしても、透過率が悪くなることはない。すなわち、関数の近似度を上げることと高透過率を維持することは、矛盾せず同時に実現可能であり、これにより、高機能で高透過率の光信号処理器を実現できる。

【0054】また、本発明により実現される光信号処理器では、複素振幅透過特性を自由に設計できることから、光強度特性だけでなく位相特性も同時に設計可能であり、その用途は多様であり、光周波数多重通信におけるハイパス光フィルタ、ローパス光フィルタ等の各種光周波数フィルタとして、あるいは、光デジタル通信における光信号微分器等の各種信号処理器として利用可能である。

【0055】また、請求項2では、所望関数が周期関数である場合、所望関数に良く近似した光振幅透過特性を

得ることができる。

【0056】また、請求項3では、ある所望関数に関して、所望関数に良く近似した光振幅透過特性を得ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係る光信号処理器の第1の実施例を示す構成図

【図2】光信号処理器の第1の従来例を示す構成図

【図3】光信号処理器の第2の従来例を示す構成図

10 【図4】本発明に係る光信号処理器の第2の実施例を示す構成図

【図5】実施例2に係る梯子形回路を用いた矩形形状の周期的透過特性を有する光周波数フィルタの具体的な回路例を示す図（光信号放出口の無い場合）

【図6】図5の光周波数フィルタの光強度透過度の測定結果を示す図

【図7】本発明に係る光信号処理器の第3の実施例を示す構成図

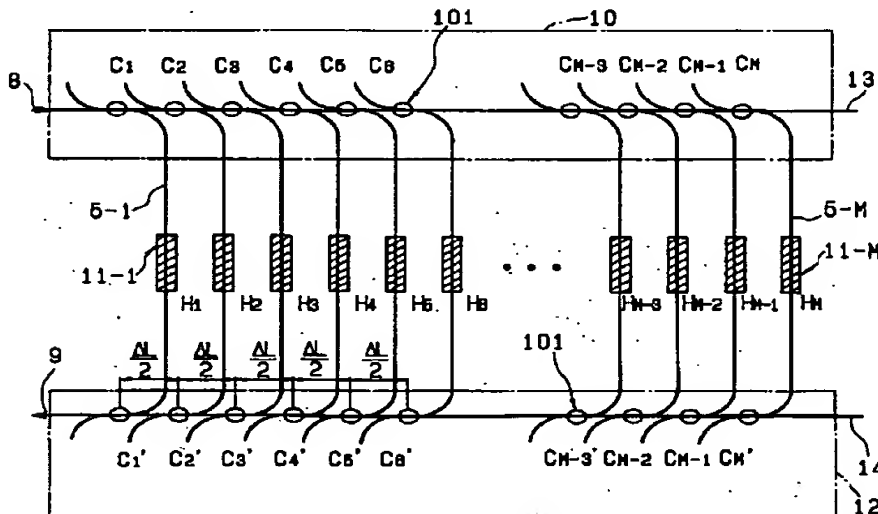
20 【図8】実施例3に係る梯子形回路を用いた矩形形状の周期的透過特性を有する光周波数フィルタの具体的な回路例を示す図（光信号放出口を設けた場合）

【図9】図8の光周波数フィルタの光強度透過度の測定結果を示す図

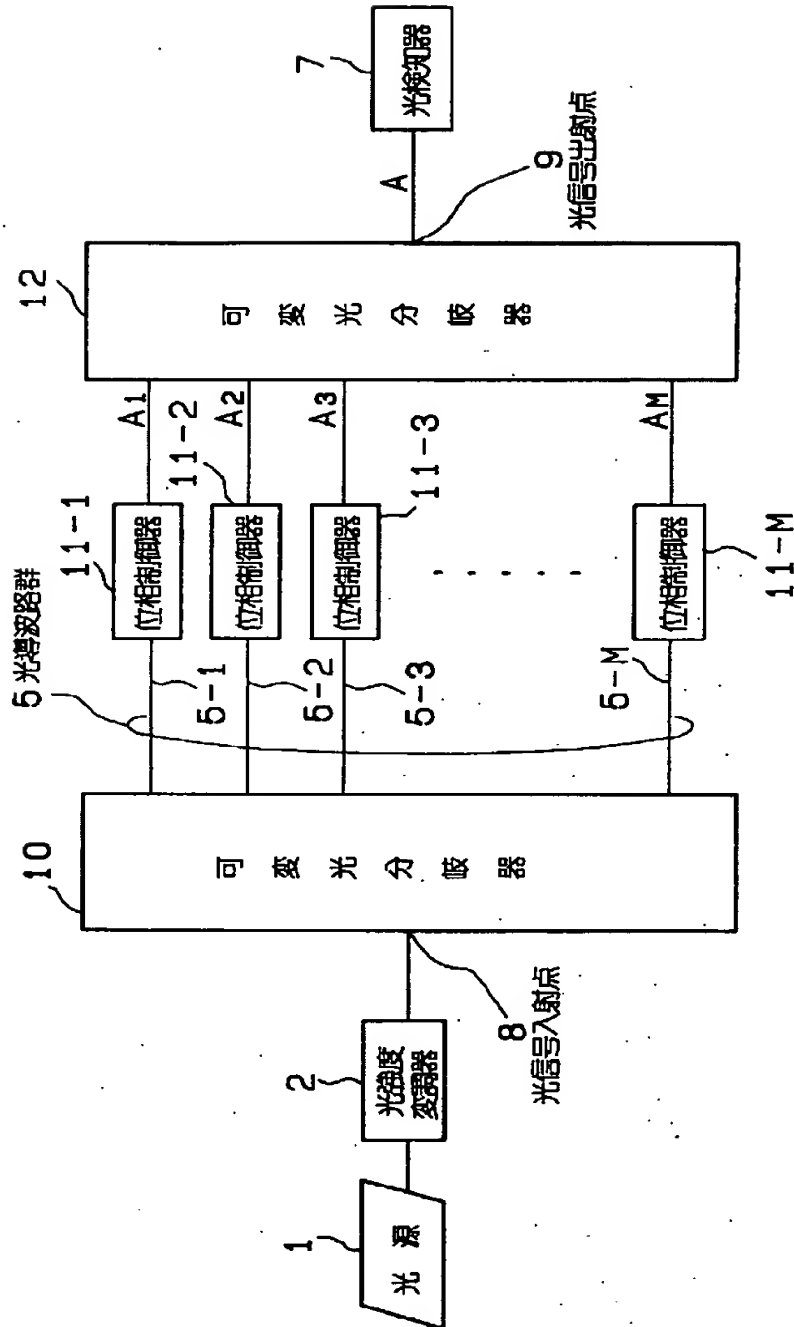
【符号の説明】

1…光源、2…光強度変調器、5…光導波路群、7…光検知器、8…光信号入射点、9…光信号出射点、10…可変分岐比を有する光分岐器、11…位相制御器、12…可変結合比を有する光結合器、13、14…光信号放出口、101…結合率可変方向性結合器。

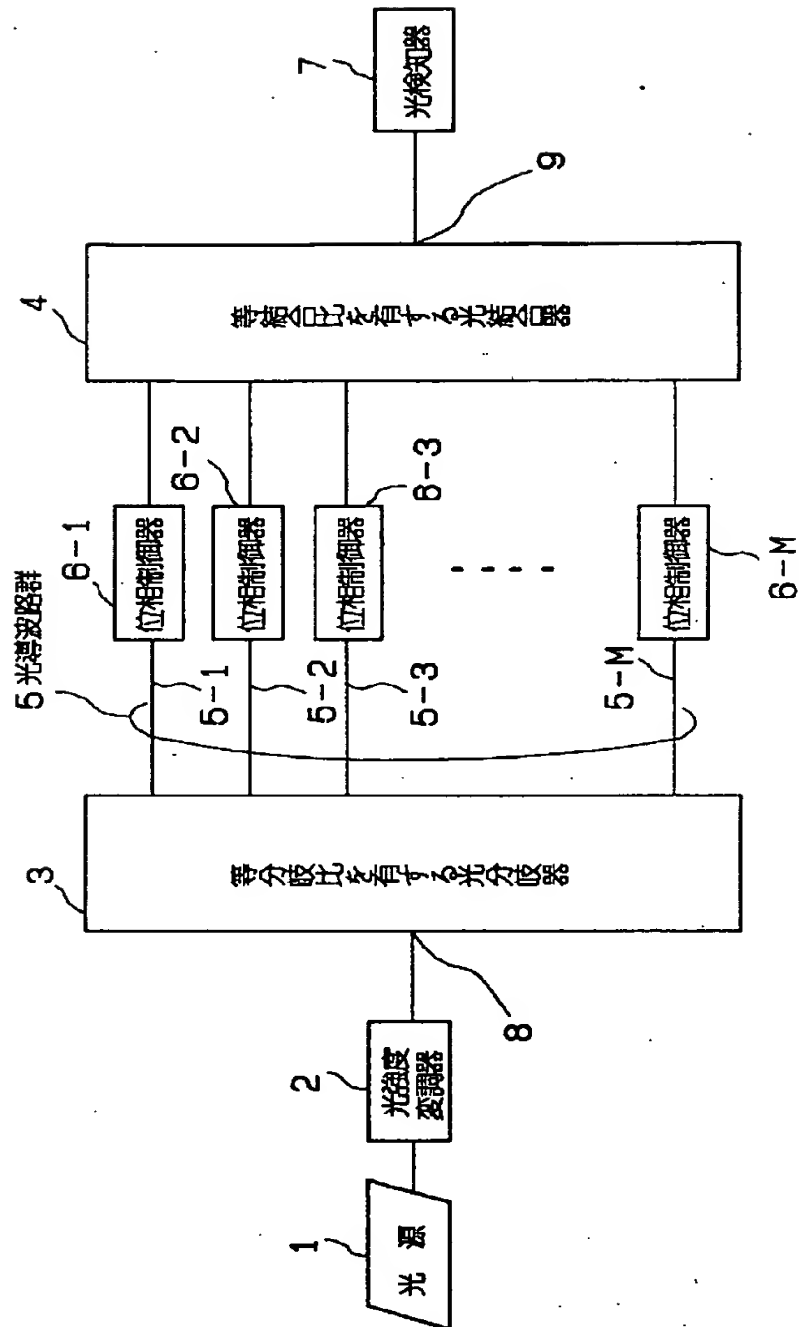
【図8】



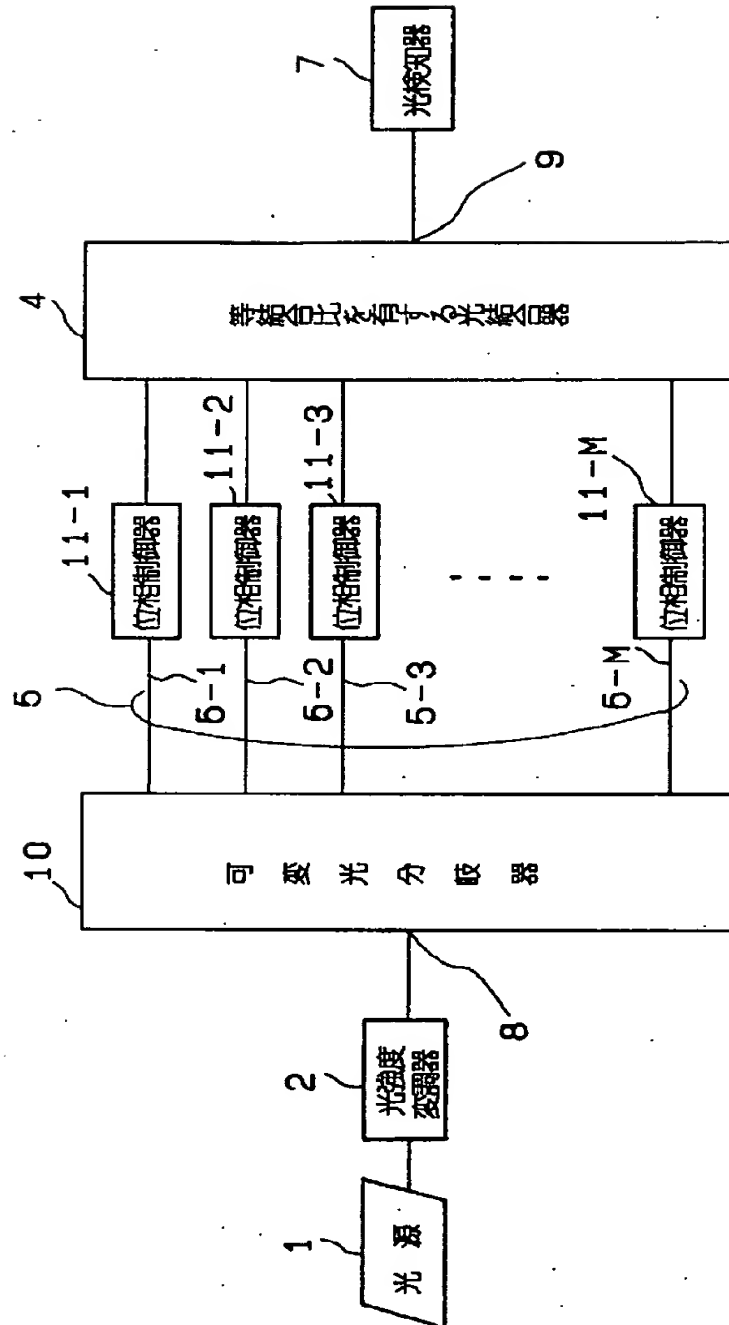
〔図1〕



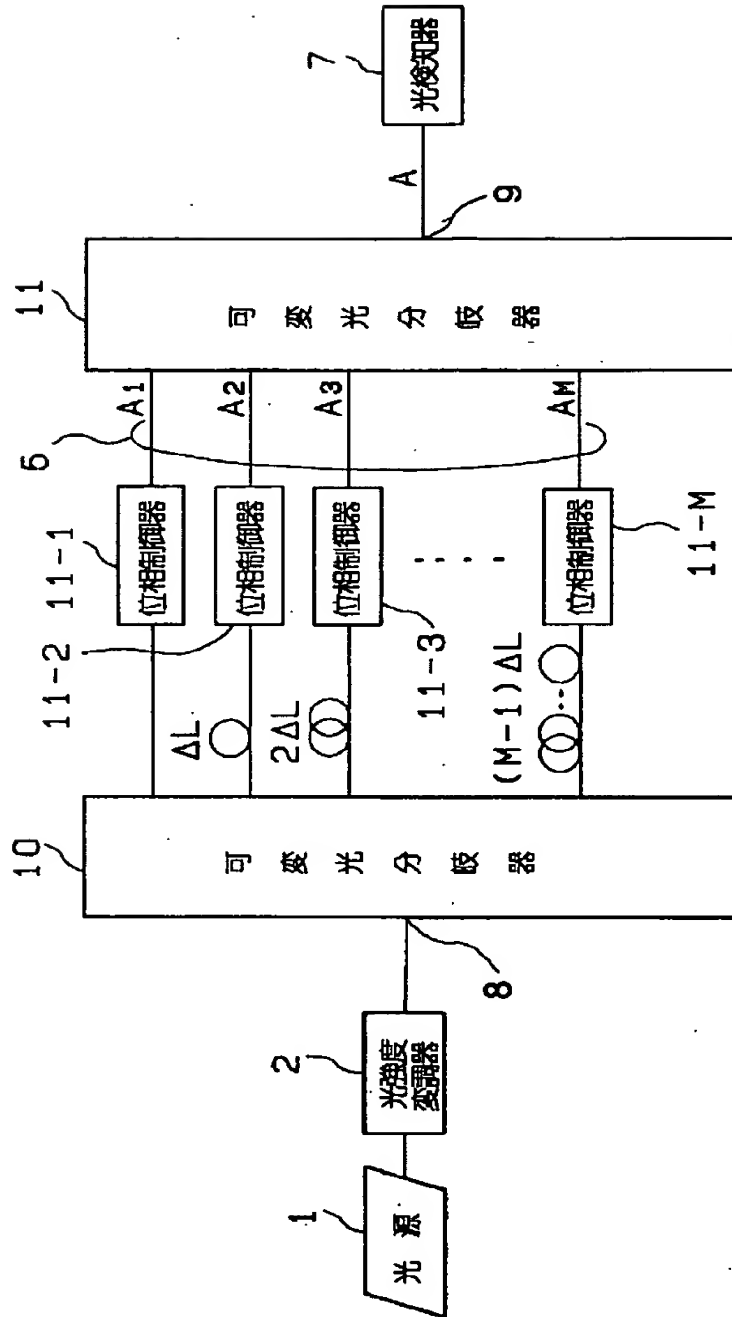
【図2】



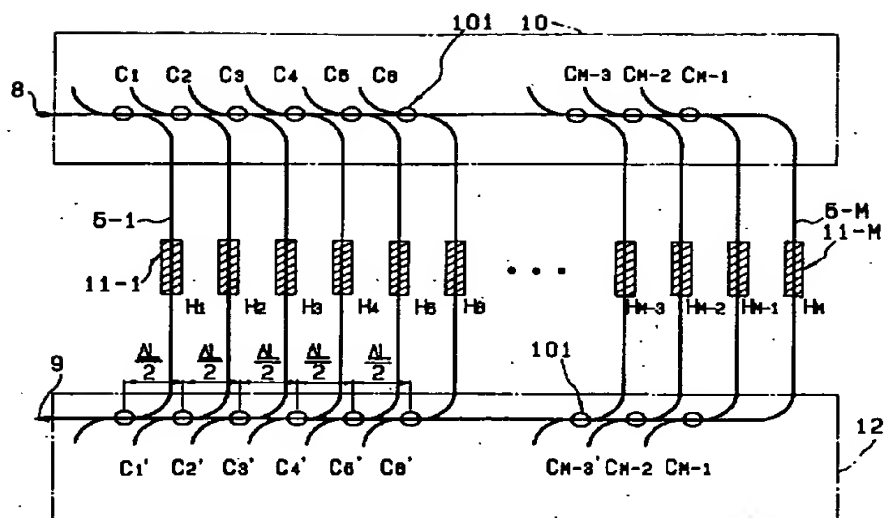
【図3】



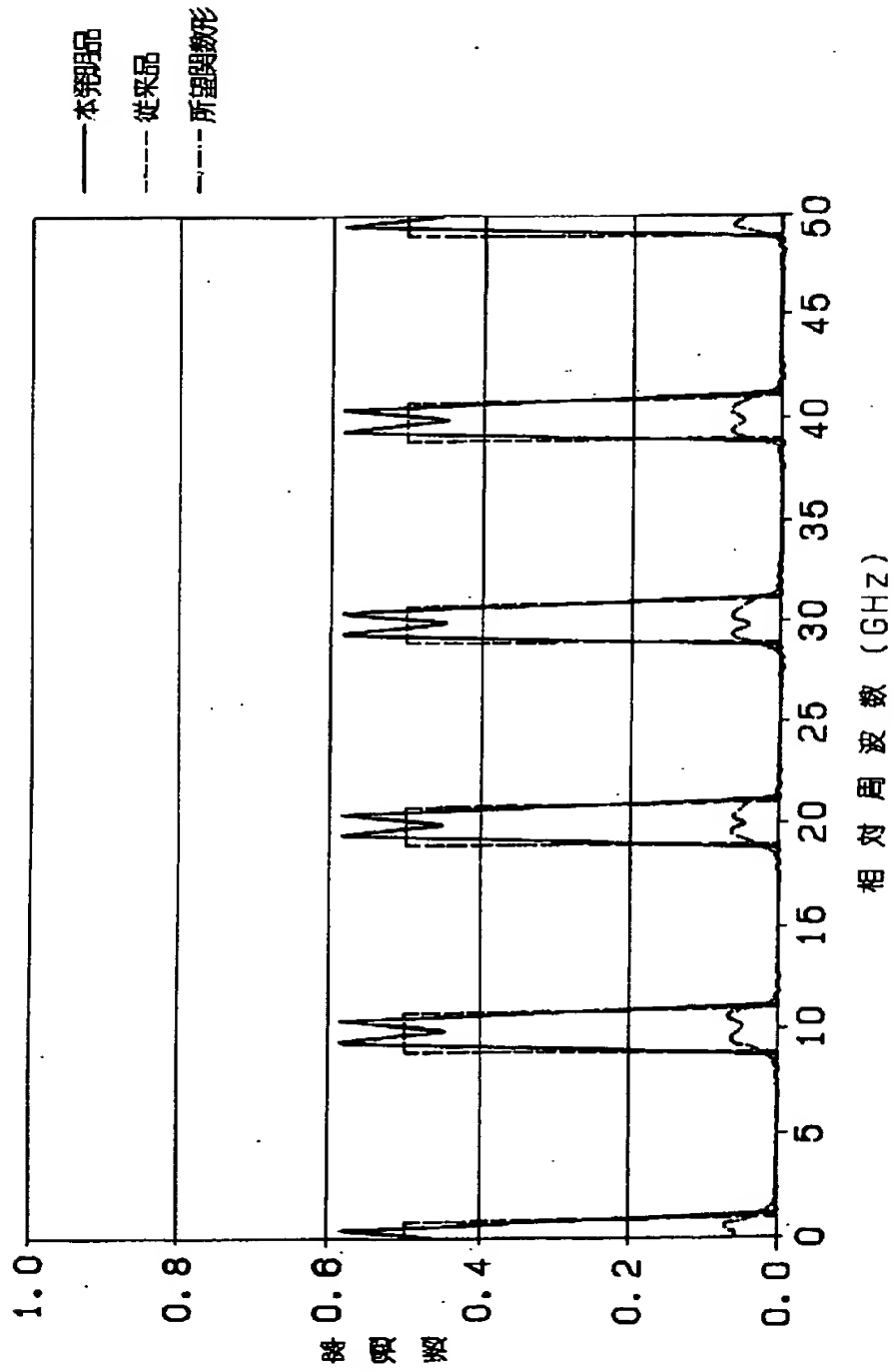
【圖4】



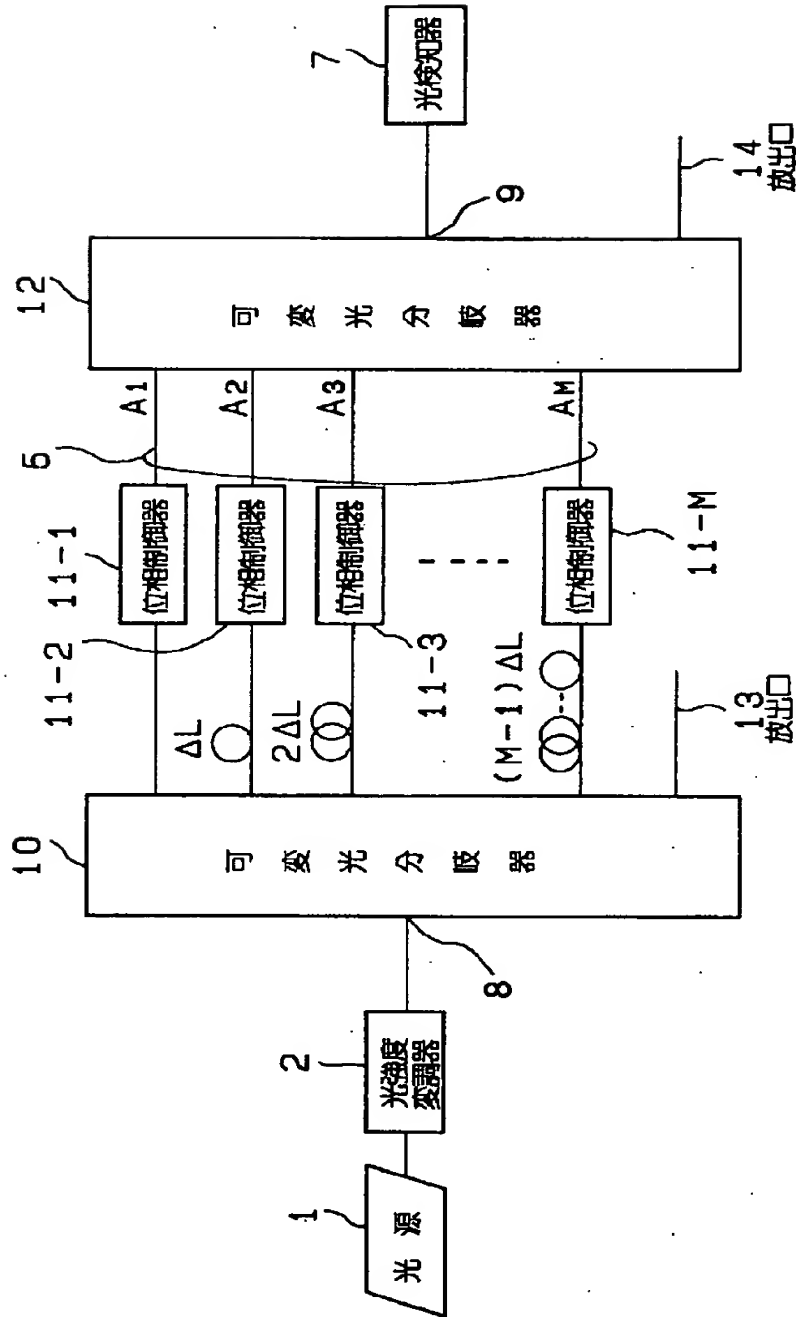
【図5】



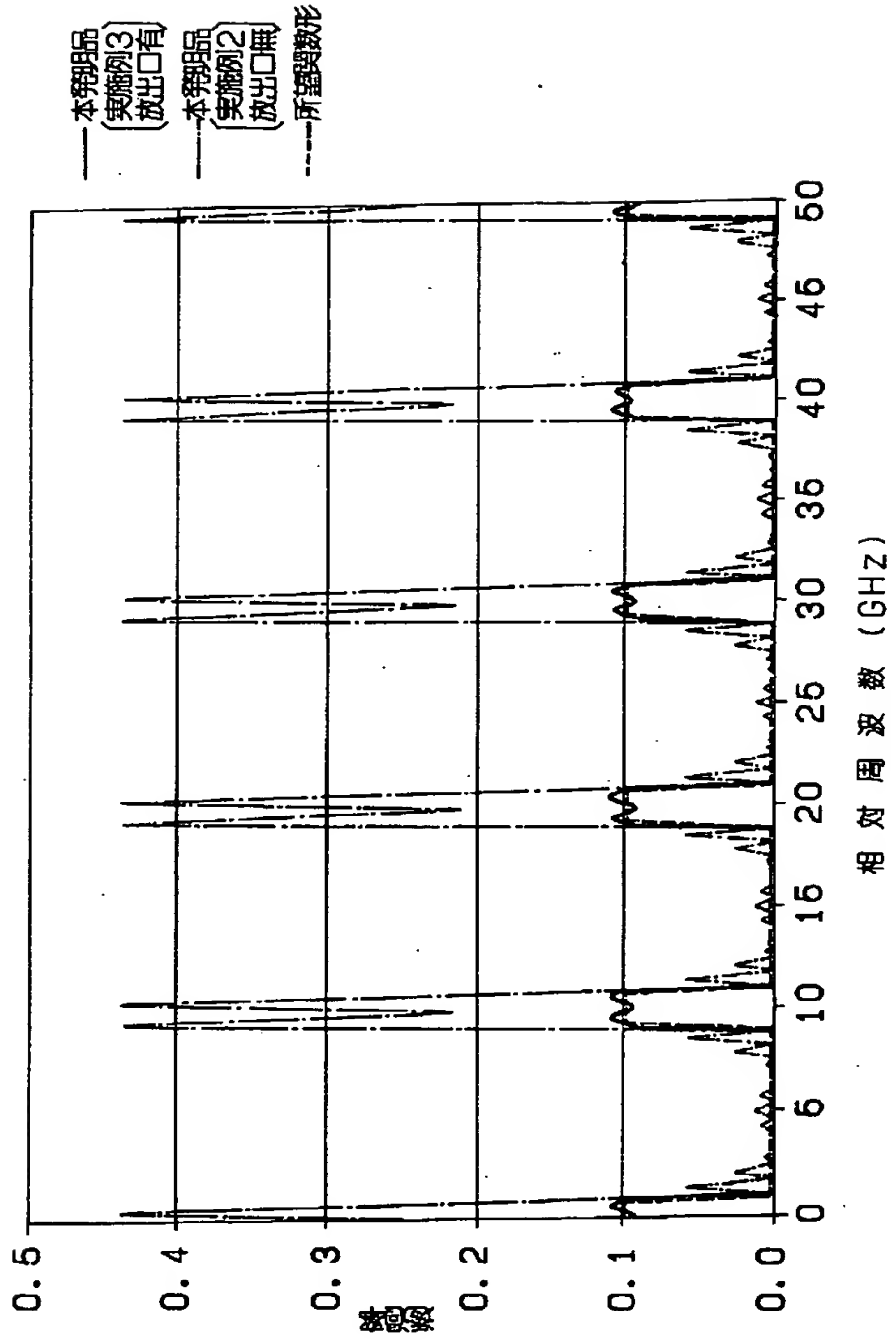
【図6】



【図7】



【図9】



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☒ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.